

TRANSMISSION GEAR, AND VEHICLE AND BICYCLE USING IT

Patent Number: JP11301291
Publication date: 1999-11-02
Inventor(s): MASAKI RYOZO
Applicant(s): HITACHI LTD
Requested Patent: JP11301291
Application Number: JP19980341360 19981201
Priority Number(s):
IPC Classification: B60K17/04; B60K6/00; B60K8/00; B60L11/14; B60L15/20; B62M23/02; F02D29/02
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To make efficiency of a system including a motor and a transmission gear always high in the transmission gear using the motor and differential mechanism for converting input energy into optimum output energy.

SOLUTION: A vehicle is provided with an engine 1 for generating driving energy, planetary gears 4, 6 composed of sun gears, planetary gears and ring gears, and motors 8, 9 for respectively controlling the sun gears. In the planetary gears 4, 6, the planetary gears are connected to an input shaft driven by the engine 1, and the ring gears are connected to an output shaft for driving wheels. Gear ratios from input to output of the planetary gears 4, 6 are set to different values.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-301291

(43) 公開日 平成11年(1999)11月2日

| (51) Int.Cl. ⁶ | 識別記号 | F I | |
|---------------------------|-------|---------|-------|
| B 6 0 K | 17/04 | B 6 0 K | 17/04 |
| | 6/00 | | |
| | 8/00 | B 6 0 L | 11/14 |
| B 6 0 L | 11/14 | | 15/20 |
| | 15/20 | B 6 2 M | 23/02 |
| | | F 0 2 D | 29/02 |
| | | | |

審査請求 未請求 請求項の数23 O L (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-341360

(22) 出願日 平成10年(1998)12月1日

(31) 優先権主張番号 特願平10-37005

(32) 優先日 平10(1998)2月19日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 正木 良三

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

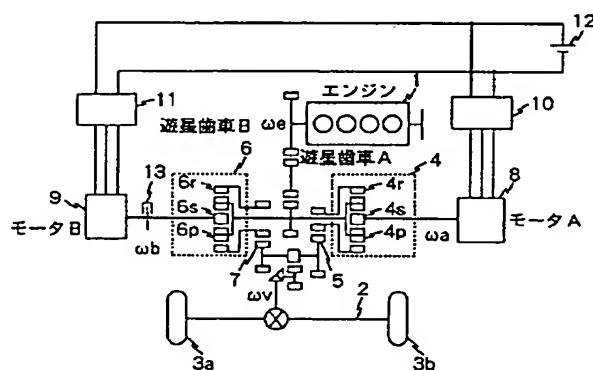
(54) 【発明の名称】 変速装置及びそれを用いた車両並びに自転車

(57) 【要約】

【課題】 入力エネルギーを最適な出力エネルギーに変換するためのモータと差動機構を用いた変速装置において、原動機及び変速装置を含めたシステム効率を常に高効率にすることである。

【解決手段】 車両の駆動エネルギーを発生するエンジン1と、サンギア、プラネタリー及びリングギアから構成される遊星歯車4、6と、サンギアをそれぞれ制御するモータ8、9とを備え、遊星歯車4、6は、プラネタリーを前記エンジンにより駆動される入力軸に、車輪を駆動する出力軸にリングギアを接続する。ここで、遊星歯車4、6の入力から出力までのギア比を異なる値に設定する。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】駆動源のエネルギーを複数の差動機構に分配する機構と、前記複数の差動機構に接続された複数のモータと、該複数の差動機構の出力エネルギーを合成する機構とを有する変速装置。

【請求項2】モータにより入力軸と出力軸の回転数の差を制御する複数の差動機構を備え、該複数の差動機構の入力軸と出力軸をそれぞれ共通の軸とする変速装置。

【請求項3】車両を駆動する駆動エネルギーを発生するエンジンと、該エンジンの回転速度を変速して車輪に駆動力を伝達する変速装置とを有し、前記変速装置は、少なくとも前記エンジンが発生する駆動力を入力としかつ前記車輪の駆動力を出力とする第1及び第2の差動機構と、該第1及び第2の差動機構をそれぞれ制御する第1及び第2のモータとを有する車両。

【請求項4】車両を駆動する駆動エネルギーを発生するエンジンと、サンギア、プラネタリー及びリングギアから構成される第1及び第2の遊星歯車と、サンギアをそれぞれ制御する第1及び第2のモータとを有し、前記第1及び第2の遊星歯車は、いずれもプラネタリーとリングギアのうち一方が前記エンジンにより駆動される入力軸に接続され、他方が車体を駆動する出力軸に接続される車両。

【請求項5】請求項3または請求項4記載のいずれかにおいて、前記第1及び第2のモータを駆動するエネルギーを蓄電する蓄電手段を有する車両。

【請求項6】請求項5記載において、前記第1の差動機構は、共通の入力軸から出力軸までのギア比が前記第2の差動機構のギア比よりも大きい車両。

【請求項7】請求項5記載において、前記エンジンは、前記第1及び第2のモータを前記蓄電手段のエネルギーを用いて制御することにより始動される車両。

【請求項8】請求項6記載において、前記エンジンは、前記第1及び第2のモータを制御することにより車両の速度を一定に保持しながら始動される車両。

【請求項9】請求項6記載において、前記車両は、第1及び第2のモータにより前記エンジンを停止しながら駆動される車両。

【請求項10】請求項6記載において、前記エンジンにより車両を駆動するとき、前記第1のモータをロックし、前記第2のモータをフリーラン状態とする第1の運転モードと、前記第1のモータをフリーラン状態とし、前記第2のモータをロックする第2の運転モードとを有する車両。

【請求項11】請求項10記載において、前記第2のモータは、機械的に締結される締結手段を有する車両。

【請求項12】請求項10記載において、前記第1及び第2のモータは、機械的に締結される締結手段を有する車両。

【請求項13】請求項11または請求項12記載のい

れかにおいて、前記締結手段は、前記第1あるいは第2の運転モードに移行したとき、前記第1または第2のモータが電氣的にロックされた後、該モータの軸を機械的に締結する車両。

【請求項14】請求項6記載において、前記エンジンにより車両を駆動するとき、前記第1のモータは力行状態とされ、前記第2のモータは力行状態または回生状態とされる車両。

【請求項15】請求項6記載において、前記第1のモータは、前記エンジンにより車両を駆動するとき、前記第2のモータにより発電したエネルギーによる力行状態とされる車両。

【請求項16】請求項3または請求項4記載のいずれかにおいて、前記第1または第2のいずれかのモータが制御不能であるとき、制御可能な他方のモータと前記エンジンにより駆動される車両。

【請求項17】請求項3または請求項4記載のいずれかにおいて、前記車両は、停車時に前記第1あるいは第2のモータが制御不能であるとき、制御可能な他方のモータにより前記エンジンを始動した後、前記制御可能なモータとエンジンにより駆動される車両。

【請求項18】請求項4記載において、前記第1及び第2の遊星歯車の出力側ギアから出力軸までのギア比が互いに異なる値である車両。

【請求項19】運転者が発生する駆動力を入力、車輪を駆動する駆動力を出力とする第1及び第2の差動機構と、該第1及び第2の差動機構をそれぞれ制御する第1及び第2のモータを有する自転車。

【請求項20】入力軸と出力軸をそれぞれ共通の軸とする複数の差動機構を有し、該複数の差動機構のうち、少なくとも1つの差動機構は第1のモータにより入力軸と出力軸の回転数の差を制御し、他の少なくとも1つの差動機構は第2のモータによりトルク制御する変速装置。

【請求項21】入力軸と出力軸をそれぞれ共通の軸とし、少なくとも3つのギア要素から構成された複数の差動機構と、該差動機構の3つのギア要素のうち、前記入力軸及び前記出力軸に接続された要素とは異なる他のギア要素の軸にそれぞれ直結された複数のモータを有する変速装置。

【請求項22】エンジンと、サンギア、プラネタリー及びリングギアから構成される第1および第2の遊星ギアと、前記サンギアをそれぞれ制御する第1及び第2のモータとを有し、前記第1及び第2の遊星ギアは、いずれもプラネタリーとリングギアのうち一方が前記エンジンにより駆動される入力軸に接続され、他方が車体を駆動する出力軸に接続されている車両。

【請求項23】エンジンと、前記エンジンの駆動力を入力とする複数の差動機構と、前記複数の差動機構の出力により車両を駆動する駆動機構と、前記複数の差動機構にそれぞれ接続された複数のモータと、エンジンの回転

を停止する締結装置とを有する車両。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はモータと差動機構から構成される変速装置と、それを用いた車両及び自転車に関する。

【0002】

【従来の技術】エンジンの低燃費化を図る駆動システムとして、モータの駆動力を利用するハイブリッド車がある。ハイブリッド車はシリーズ方式、パラレル方式など、各種の方法が提案されているが、2つのモータと1つの遊星歯車を用いたシリーズ-パラレルハイブリッド方式が提案されている。例えば、特開7-135701号には、エンジンの駆動力を遊星歯車に入力し、遊星歯車の出力軸から得られた駆動力により車両を駆動するように発電機で制御される方式が記載されている。エンジンのエネルギーの一部は発電機により発電しながら、出力軸に連結したモータから駆動力をアシストすることで、常にエンジンを効率の良い高トルク領域で駆動し、かつ、変速機能を合わせ持たせることができる特徴を持っている。また、特開昭49-112067号、特開昭58-191364号にも同様の原理が記載されている。ここでは、これらの公知例を第1の方法と呼ぶ。

【0003】また、特開昭60-95238号のように、エンジンの駆動力を左右の駆動輪に伝達する間にそれぞれモータにより制御される遊星歯車を備えた方式も提案されている。これを第2の方法とする。

【0004】第3の方法としては、特開昭57-47054号に記載された方法がある。複数の遊星歯車をそれぞれモータにより駆動し、それらのいずれかを切り替えて出力する構成になっているので、動作点に応じて常に最適なモータ駆動を行うことができる特徴を持っている。

【0005】さらに、第4の方法として、Alternative Cars in the 21st Century - A New Personal Transportation Paradigm -, Robert Q. Riley, Published by Society of Automotive Engineers, Inc., 400 Commonwealth Drive Warrendale, PA15096-0001, U.S.A. のP149-P153に記載されている無段変速機CVTと遊星歯車を併用した変速装置が知られている。この方式は無段変速機CVTの変速比を所定の値にすることで、クラッチなしでエンジンを回転させながら車両を停止することができるので、無段変速機CVTの変速比を制御するだけで、スムーズに進退できる特徴を持っている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、第1の方法は変速機能を実現するためには、発電機で発電し、モータで駆動するため、電気的なエネルギー損失が発生する。そのため、エンジンは常に効率の良い動作点で駆動できるにも関わらず、車両全体としての効率は電気のエネルギー損失分低下してしまうという問題点がある。

【0007】第2の方法は左右の異なる出力軸に対してそれぞれ遊星歯車を用いる方法であり、通常のパラレルハイブリッド車の構成を左右輪に拡張したものである。で、変速に伴い、電気エネルギーの入出力を伴うので、上記と同じ課題がある。

【0008】第3の方法は第1の方法を拡張したもので、電気エネルギーの損失に関しては同様の問題点がある。

【0009】第4の方法については、車両を駆動するためには、エンジンを常に回転しなければならず、停車時を含めて、走行距離当たりの燃料消費量を低減することに対しては限界がある。

【0010】上記問題点に鑑み、本発明の第1の目的は、モータによる無段変速機能を実現し、かつ、電気のエネルギー損失を最小にして効率の良い変速装置を提供することである。

【0011】本発明の第2の目的は、上記変速装置を用いて、走行距離当たりの燃料消費量をより低減した車両を提供することにある。

【0012】本発明の第3の目的は、運転者の疲労がより少ない自転車を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記第1の目的は、駆動源のエネルギーを複数の差動機構に分配する機構と、前記複数の差動機構に接続された複数のモータと、該複数の差動機構の出力エネルギーを合成する機構とを備えたことを特徴とする変速装置により達成される。また上記第1の目的は、モータにより入力軸と出力軸の回転数の差を制御する複数の差動機構を備え、該複数の差動機構の入力軸と出力軸をそれぞれ共通の軸とすることを特徴とする変速装置により達成される。

【0014】好ましくは、複数の差動機構の入力軸から出力軸までのギア比を異なる値に設定することでより効率を向上できるシステムを提供できる。

【0015】上記第2の目的は、車両を駆動する駆動エネルギーを発生するエンジンと、サンギア、プラネタリー及びリングギアから構成される第1及び第2の遊星歯車と、サンギアをそれぞれ制御する第1及び第2のモータとを備え、前記第1及び第2の遊星歯車は、いずれもプラネタリーとリングギアのうち一方が前記エンジンにより駆動される入力軸に接続され、他方が車体を駆動する出力軸に接続されていることを特徴とする車両により達成される。

【0016】上記第3の目的は、自転車において、運転者により駆動される入力軸、車輪を出力軸とする第1及び第2の差動機構と、第1及び第2の差動機構をそれぞれ制御する第1及び第2のモータを備えることにより達成される。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態を図1

により説明する。

【0018】図1はエンジン1のエネルギーを用いて駆動軸2を介してタイヤ3a, 3bを回転し、車体を駆動する自動車である。本発明の重要な構成要素である遊星歯車A4, 遊星歯車B6はそれぞれサンギア4s, 6s, プラネタリー4p, 6p, リングギア4r, 6rから構成されており、サンギア4s, 6sは電力変換器10, 11で制御されたモータA8, モータB9によりそれぞれ駆動される。バッテリー12はこれらのモータが必要とするエネルギーを供給したり、モータで発電したエネルギーを蓄電するために用いられる。また、プラネタリー4p, 6pは同一の入力軸で締結されており、エンジン1の駆動トルクを遊星歯車A4, 遊星歯車B6に分配する構成となっている。リングギアについては、出力側にギア比が異なる歯車が配置されている。リングギア4rにはギア比が大きい歯車5が、リングギア6rにはギア比が小さい歯車7がそれぞれ設置されている。これらの歯車5, 7は共通の出力軸となっており、遊星歯車A4, 遊星歯車B6から出力された出力トルク $\tau v a$, $\tau v b$ はここで合成されて、車両駆動トルク τv となる。これによって、車両は運転者が意図した加減速を得ることができる。また、電力変換器10, 11により、モータA8, モータB9のモータトルク τa , τb やモータ速度 ωa , ωb を制御することで、サンギア4s, 6sを駆動すれば、車両駆動トルク τv やエンジン速度 ωe を調整させることが可能である。

【0019】次に、図1のエンジン1, モータA8, モータB9の制御を行うための基本的な処理方法について図2のフローチャートを用いて説明する。図2のステップ101において、アクセル踏み込み量 $X a$, ブレーキ踏み込み量 $X b$, 前後進・ニュートラルなどを指示する切替信号 $X c$ など、運転者が意図する運転指令を入力するとともに、車両速度 ωv , バッテリー12の充電状態, 各部の温度など、車両状態も入力する。ステップ102では、これらの値に基づいて、車両の駆動力指令値 τr を演算する。次に、ステップ103は車両駆動力指令値 τr と車両速度 ωv により、理想的な運転方法を示す基準運転モード M_{ref} を決定する。

【0020】例えば、図3に示すように、車両速度 ωv が低速のときや後進時には、エンジン1を停止して、モータA8, モータB9だけで駆動するモータ駆動モードとする。図3において、斜線で示されたモータ駆動モード以外の領域はエンジン1を始動して、エンジン1の駆動力を用いる1速モード, 2速モード, C V Tモードから構成されている。1速モードは車両速度 ωv が低速で、かつ、駆動力が必要な場合で、変速状態をローギア相当に制御するための領域である。車両速度 ωv が中速以上で、かつ、低トルク領域の場合には、エンジン効率を向上できる2速モードと設定している。また、C V Tモードは中速以上の車両速度 ωv で、かつ、高トルクが

必要な場合に設定するもので、モータの駆動トルクを計算して高トルクの駆動力を得ることを主旨としている。なお、駆動力指令値 τr が負の場合にはできるだけモータA8, モータB9を発電機として用いて回生エネルギーをバッテリー12に蓄電するために、C V Tモードにより制御される。

【0021】ところで、図3の運転モードは固定されているものではなく、バッテリー12の充電状態やバッテリー温度などによって、適宜変更することが可能である。また、実際の運転モード M は現在までの運転モードと上記方法により求められた基準運転モード M_{ref} をもとに決定される。例えば、モータ駆動モードで運転していた状態で、基準運転モード M_{ref} が1速モードになった場合でも、エンジン1を急に駆動することはできないので、エンジン1を始動する処理を行わなければならない。また、エンジン1の起動停止を必要以上に繰り返すことは逆に燃料消費量を増大させることになってしまうので、エンジン1が起動した場合や停止した場合には所定時間に変更した運転モードを維持する処理を行う。このようなことを考慮した演算がステップ103で行われ、現在までの運転モードと基準運転モード M_{ref} から運転モード M が決定される。

【0022】ステップ104では、運転モード M が図3に示した通常モードか、運転モードを変更するための移行モードかを判断する。その判断をもとにステップ105の通常モード処理、または、ステップ106の移行モード処理が行われる。

【0023】図4に運転モード M の状態遷移を表す状態遷移図の一例を示す。通常モードはモータ駆動モード, 1速モード, 2速モード, C V Tモードであり、移行モードはエンジン始動モード, 締結装置B解除モードからなる。キーオフモードはキーがオフされているときの状態で、キーがオンすると、車両起動モードとなって各種の制御装置が制御可能な状態に立ち上がる。すべての起動処理が行われると、モータ駆動モードとなって、運転者がアクセルを操作することによりモータA8, モータB9が回転し、車両を駆動することができる。車両速度 ωv が中速以上になった場合や大きい駆動トルクが必要になった場合には、1速モード, 2速モード、または、C V Tモードにする必要が発生する。そのときには、エンジンを始動するためのエンジン始動モードという移行モードを介して、エンジンで駆動する所定の通常モードに変更される。1速モード, 2速モード, C V Tモードの間では、本来移行モードを介することなく、モード変更を行うことができるが、後述する締結手法を採用する本実施形態の場合には、2速モードから他のモードに変更する際には、締結装置B解除モードという移行モードの処理を行った後、他のモードに変更する方法を採用している。なお、何らかのフェイルが生じた場合には、それに対応したフェイルモードに移行し、適切な処理が行

われる。さらに、キーがオフした場合には、安全な停止処理が行われた後、キーオフモードで制御を停止するようになっている。

【0024】次に、図2で示した通常モードの処理方法について、その詳細を図5を用いて説明する。ここで、説明を容易にするために、図1のシステム構成において成り立つ数1から数10までの等式を下記に示す。

【0025】

$$\text{【数1】 } \omega e = k p \omega a + k a \omega v$$

【0026】

$$\text{【数2】 } \omega e = k p \omega b + k b \omega v$$

【0027】

$$\text{【数3】 } \tau e = \tau e a + \tau e b$$

【0028】

$$\text{【数4】 } \tau v = \tau v a + \tau v b$$

【0029】

$$\text{【数5】 } \tau e a = \tau a / k p = \tau v a / k a$$

【0030】

$$\text{【数6】 } \tau e b = \tau b / k p = \tau v b / k b$$

【0031】

$$\text{【数7】 } P e = P e a + P e b$$

【0032】

$$\text{【数8】 } P v = P v a + P v b$$

【0033】

$$\text{【数9】 } P e a = P a + P v a$$

【0034】

$$\text{【数10】 } P e b = P b + P v b$$

ただし、 ωe 、 ωv 、 ωa 、 ωb はエンジン速度、車両速度、モータA速度、モータB速度を、 τe 、 $\tau e a$ 、 $\tau e b$ 、 τa 、 τb 、 τv 、 $\tau v a$ 、 $\tau v b$ はエンジントルク、遊星歯車A分担エンジントルク、遊星歯車B分担エンジントルク、モータAトルク、モータBトルク、車両トルク、遊星歯車A分担車両トルク、遊星歯車B分担車両トルクをそれぞれ表す。また、 $P e$ 、 $P e a$ 、 $P e b$ 、 $P a$ 、 $P b$ 、 $P v$ 、 $P v a$ 、 $P v b$ はそれぞれエンジンパワー、遊星歯車A入力パワー、遊星歯車B入力パワー、モータAパワー、モータBパワー、車両駆動パワー、遊星歯車A出力パワー、遊星歯車B出力パワーを表す。さらに、ギア比の関係を示す定数 $k a$ と $k b$ の関係は次式のとおりとする。

【0035】

$$\text{【数11】 } k a > k b$$

つまり、遊星歯車Aの入力と出力のギア比は遊星歯車Bのそれよりも大きくなるように構成しておく。

【0036】通常モードは上述したように4つの動作モードがあり、図5のステップ111で動作モードMを判断する。

【0037】モータ駆動モードの場合には、ステップ112からステップ114までの処理を行う。ステップ112では、数2に従い、車両速度 ωv を基にモータB速

度 ωb を制御してエンジン速度 ωe が0となるように、速度制御を行う。次のステップ113では、モータAのトルク τa を制御することにより、車両駆動トルク τv を制御する。このとき、数3において、 $\tau e = 0$ となるように制御されながら、数4から数6までの式により車両駆動トルク τv が決定される。

【0038】通常、 $\tau v > 0$ とするためには、数11の関係から、モータAが力行状態、モータBが発電状態で車両が駆動されることになる。当然のことながら、エンジン制御は停止し続けるようにステップ114で処理が行われる。

【0039】1速モードでは、ステップ115でモータA速度 ωa を0とする速度制御を行うとともに、ステップ116でモータBの制御を停止する処理を行う。これにより、モータAは電氣的にロック状態に、モータBをフリーラン状態にすることができる。この処理により、入力と出力のギア比が大きい遊星歯車A4がサンギア4sを固定した状態で、エンジン1により駆動されることになる。つまり、通常のマニュアル変速機をローギアに設定したものと等価になるため、エンジントルク τe を増大させられる。従って、ステップ117においてエンジン制御を行うことにより、必要な車両駆動トルクを制御することができる。しかも、モータA8、モータB9ともにエネルギーの入出力を行わないので、電氣的エネルギー損失を最小にすることができる特徴を持っている。

【0040】CVTモードでは、ステップ118でモータAトルク τa を制御し、ステップ119でモータB速度 ωb を制御するとともに、ステップ120でエンジン制御によりエンジン1のパワーを制御することで無段変速機機能を実現することができる。この詳細の説明については、図7から図9により後述する。

【0041】2速モードについては、ステップ121からステップ126までの処理を行う。まず、ステップ121において、モータB速度 ωb が0になったかを判断し、モータBが停止状態でない場合には、ステップ122でモータB速度 ωb を0にする速度制御を行う。モータAについては、ステップ123で制御を停止し、フリーラン状態にする。この制御により、1速モードと反対に入力と出力のギア比が小さい遊星歯車B6のサンギア6sが固定されることになるので、通常のマニュアル変速機のハイギアに切り替えたことと等価になる。この状態で、ステップ124でエンジン制御を行えば、エンジン1は常に高トルク領域で駆動することになるので、エンジン1の高効率運転が可能になる。そのとき、1速モードと同様に、モータA8、モータB9ともに、エネルギーの入出力を行わないので、電氣的エネルギーの損失も最小にすることが可能である。

【0042】なお、ステップ121において、モータB速度 ωb が0であると判断された場合には、ステップ1

25にジャンプして、締結装置B13をオンし、サンギア6sを機械的にロック状態にする。次に、ステップ126でモータA8、モータB9ともに制御を停止した後、ステップ124のエンジン制御を行う。このようにすると、モータB9の電流で電氣的にロック状態にした場合に流れる電流により発生する損失を0とすることができるので、さらに、車両の低燃費化を図れる特徴が得られる。エンジン1で駆動する場合、加速時を除いて、長時間、2速モードで駆動されることになるので、2速モードで電氣的なエネルギーの損失を防止できることが低燃費化に大きく貢献することになる。

【0043】次に、図6を用いて、通常モードの間を移行するための移行モードについて説明する。

【0044】移行モードには、エンジン始動モードと締結装置B解除モードがあるので、ステップ131でいずれのモードかを判断し、エンジン始動モードの場合には、ステップ132からステップ135までの処理を、締結装置B解除モードの場合には、ステップ136からステップ139までの処理をそれぞれ行う。

【0045】エンジン始動モードの場合には、通常モードのモータ駆動モードからの移行処理であり、はじめに、ステップ132でモータA8とモータB9の速度制御をそれぞれ行う。数1、数2から

【0046】

【数12】

$$\omega v = k p (\omega a - \omega b) / (k a - k b)$$

【0047】

【数13】

$$\omega e = k p (k a \omega b - k b \omega a) / (k a - k b)$$

という等式が得られるので、この式で車両速度 ωv を現在の値で一定にする制御を行いながら、エンジン1を徐々に加速するように、数12、数13に従って制御する。これにより、エンジン始動に伴う車両トルクの変動を発生することなく、エンジン速度 ωe を所定のエンジン始動速度まで上昇させることができる。数12、数13からわかるように、この制御は車両速度 ωv の大きさに関係なく、停止状態でも、走行状態でも、エンジン1を始動できることを意味している。このように、本実施形態はクラッチレスであるにも関わらず、エンジン始動に伴うショックを防止しながらいつでもエンジンを始動、停止することができる。次に、ステップ133では、エンジン1が所定の始動速度に達したか、否かを判断し、始動速度に達しない場合には、ステップ135でエンジン制御を停止状態のままとしている。始動するのに十分な始動速度に達した場合には、ステップ134でエンジン制御を開始し、エンジン1を駆動制御する通常モードに移行を完了する。

【0048】締結装置B解除モードを行う場合とは、図4の状態遷移図に示すように、2速モードから他のモードに変更するときであり、はじめにステップ136で締

結装置Bをオフする。これにより、サンギア6sは機械的なロック状態から開放される。次のステップ137において、モータB速度 ωb を0とする速度制御を行う。これにより、締結装置Bをオフしたことによる車両駆動トルク τv の変動を防止することができる。ステップ138では、モータAの制御は停止状態のままにしておく処理を行う。さらに、ステップ139でエンジン制御により車両の駆動トルク τv を制御する。つまり、締結装置Bは開放しながら、2速モードと同じ制御を行うことにより、モード変更に伴うショックを防止することができる。

【0049】なお、移行モードを介しないで直接通常モード間の変更を行う場合には、モータ制御の方法を変更することもあるので、モード変更した場合には、制御の初期値の設定を前モードの場合とあわせる方法を採用することにより、モード変更に伴うトルク変動を防止することができる。

【0050】さて、先に説明したCVTモードに関して、図1のシステム構成でなぜ無段変速機能を実現できるかについてわかりづらいので、図7、図8を用いてエネルギーの流れを詳細に説明していく。これらの図面では、 $k a = 2$ 、 $k b = 0.5$ とした場合の特性を示している。従って、1速モード、2速モードでは、ギア比はそれぞれ2、0.5となり、その中間領域において変速比を任意に得るCVTモードの動作を説明する。

【0051】図7は変速比が0.5から1.0の間の場合の動作を示したトルク-速度特性図である。図7(a)に示すように、エンジンの動作点 \times に対して、駆動したい車両の動作点 \bigcirc が低速、高トルク方向(図面で左上方向)にある場合、遊星歯車A4、遊星歯車B6にはそれぞれ遊星歯車A入力パワー $P e a$ 、遊星歯車B入力パワー $P e b$ がエンジンパワー $P e$ を分配して入力される。遊星歯車A4、遊星歯車B6の入力軸の速度は同じであり、エンジントルク τe を遊星歯車A分担エンジントルク $\tau e a$ 、遊星歯車B分担エンジントルク $\tau e b$ に分割することで、それぞれのパワーが決定される。なお、この分担の割合については、すべてのエネルギー収支の関係で決まるので、一方のモータの制御だけで決定されるものではない。図7(b)に示す遊星歯車Aの入力側の動作点 \square では、エンジンから入力された遊星歯車A入力パワー $P e a$ にモータA8でサンギア4sを駆動することにより入力されるモータAパワー $P a$ を加算することで決定される。遊星歯車は増速、減速することでエネルギーの入出力を行うことになるので、横軸の速度方向にエネルギーが追加されることになる。図7(c)については、遊星歯車A4の出力側でギア比 $k a = 2$ により減速されるので、車両速度 ωv が $k a \omega v$ に対して1/2倍に、遊星歯車A分担車両トルク $\tau v a$ が遊星歯車A分担エンジントルク $\tau e a$ に対して2倍になっている。つまり、動作点 \square から動作点 \triangle に動作点が変わることを示

している。

【0052】同様に、図7(d)は遊星歯車Bの入力側の動作点□のエネルギーの流れを示したものである。遊星歯車B入力パワー P_{eb} に対して、モータB9はサンギア6sにより出力側の速度を下げる方向に動作するため、発電状態となる。従って、モータBパワー P_b により動作点□が図7(d)の位置になる。遊星歯車B6の出力側ではギア比 $k_b=0.5$ により増速されることになるので、図7(e)の動作点□と動作点△で示すように、車両速度 ω_v は2倍に増速、遊星歯車B分担車両トルク τ_{vb} は半減する。遊星歯車A分担車両トルク τ_{va} と遊星歯車B分担車両トルク τ_{vb} を合計したトルクが車両トルク τ_v であり、図7(a)の動作点○の位置で動作することになる。以上のような動作原理により、エンジン1の動作点を低速で、かつ、高トルク領域に変速することができる。各モータのパワーを制御すれば、エンジン1の動作点を一定にしながら車両の動作点を任意に制御することが可能であることがわかる。また、モータAで駆動するパワー P_a とモータBで発電するパワー P_b の絶対値を一致させれば、バッテリー12の充放電動作を伴わないので、バッテリー容量を小さい値にすることができ、車両の重量低減に効果がある。なお、1速モードとは、図7においてモータA速度 ω_a を0、モータBトルク τ_b を0としたときのモードであり、CVTモードの特殊な場合であるとも考えることもできる。

【0053】図8は変速比が1から2の間の場合の動作を示したトルク-速度特性図である。図8(a)はエンジンの動作点×から駆動したい車両の動作点○に変速する場合の動作原理を示したもので、図8(b), (c)に示す遊星歯車Aの入力と出力側の動作点は図7の場合よりもさらに高速、低トルク側に移動していることがわかる。モータA8は高速回転しながら、低トルクで駆動することになる。これに対して、図8(d), (e)に示す遊星歯車Bの入力及び出力側の動作点では、図7よりもモータB速度 ω_b が小さく、モータBトルク τ_b が大きくなっている。2速モードの場合には、モータAトルク τ_a を0に、モータB速度 ω_b を0にした場合であるので、1速モードから2速モードまでモータAとモータBを制御すれば、連続的に変速する無段変速機能を達成できる。以上のことから、通常の低トルク運転ではギア比を最も小さくした制御をするため、エンジン1を高トルクで、高効率な動作点で運転できる他、トルクが必要な場合には、高速にCVTモードに移行できるので、快適な運転性を得られる特徴がある。

【0054】図9は車両に搭載したバッテリー12を有効に用いてより高出力のハイブリッド車を実現するための制御方法を行ったときの動作点の変更を示したものである。図9(a)は図7(a)のエンジン動作点×をXの点からYの点に移動したときの特性図である。車両の動作点○が変化しないようにモータA、モータBを制御

すると、エンジン1で発生したエネルギーが余剰となるため、駆動に必要なモータAのパワー P_a は減少し、モータBの発電するパワー P_b の絶対値は増加することになる。そのため、バッテリー12にはエンジン1の高効率駆動より得られた余剰エネルギーが充電される。

【0055】図9(b)はバッテリー12に蓄電されたエネルギーを有効に利用しようとした場合の動作点の変更例である。図8(a)の場合のエンジンの動作点×をUからVにエンジンの出力を低下させながら移動し、かつ、車両の動作点○を一定にしたときの状態を示している。このように動作点を設定するためには、モータA速度 ω_a を増加させてモータAパワー P_a を増やし、モータB速度 ω_b を減速させることで発電パワーを低減することになる。これにより、相対的にはモータの駆動力でエンジンの駆動力をアシストすることになる。実際には、常にエンジンの燃費が良好な動作点で駆動するようにバッテリーの入出力パワーの制御をすることで、低燃費化を図ることができる。

【0056】図10は2つのモータのいずれかが故障した場合の処理方法を示したフローチャートである。ステップ141では、2つのモータのうち、制御して正常に駆動可能なモータがあるか、2つのモータともに故障しているかを判断し、正常に動作可能なモータがある場合にはステップ142に、ない場合にはステップ148の処理を行う。1つでもモータが正常に制御可能な場合には、ステップ142において、エンジン1が回転中であるか、否かを判断する。エンジン1が回転していないときには、ステップ142からステップ145までの処理により、エンジン1を始動した後、ステップ146からステップ147の処理によりエンジン1と正常に制御できるモータで車両を駆動するための制御を行う。なお、ステップ142でエンジン1が回転していると判断した場合には、ステップ146からの処理を行えばよい。

【0057】ステップ143では、車両の走行状態を車両速度 ω_v から判断し、走行していないときには、ステップ144で車両を停止状態のままにしておくために、タイヤ3a, 3bをロックする操作を行う。この操作は、締結、開放が可能なブレーキ装置を備えておいて、制御装置で自動的に制御する方法を採用することもできるし、運転者への報知手段を設けておいて、その指示に従って運転者がブレーキを操作したことを判断する方法を採用しても良い。次のステップ145では、正常に制御できるモータを用いて、そのモータ速度を増加することによりエンジン1の始動速度までエンジン速度 ω_e を上昇させる。停車状態の時には、ステップ144で車両をロック状態にしているため、反力で車両が後進することはない。また、車両が走行中は、車両速度 ω_v に応じてモータ速度を上昇させることにより、エンジン1を始動することができる。その際、エンジン1を始動する反力でわずかに車両に負の駆動トルクが発生することにな

るが、エンジン1に対して、車体の慣性は非常に大きいので、運転性を低下させることにはならない。このようにして、エンジン速度 ω_e が始動速度まで達したとき、燃料噴射制御、スロットル制御などによりエンジン制御を行えば、エンジン1を駆動することができる。このような状態で、ステップ146で正常に駆動できるモータの速度制御を行うことで、エンジン1のエンジン速度 ω_e を所定の値に制御することができる。さらに、エンジン制御を行うことにより、車両トルク τ_v を制御できるので、1つのモータが故障した場合にも、車両を走行することが可能である。なお、バッテリー12に蓄電されているエネルギーにより、モータでアシストできる時間やパワーが制限されるため、車両速度 ω_v などで制約された運転方法しかとれない場合もある。

【0058】ステップ141で正常に制御できるモータがないと判断された場合には、ステップ148からステップ151までの処理を行う。まず、ステップ148では、エンジン1が回転中であるかを確認する。エンジン1が回転している場合には、ステップ149でエンジン制御を行うとともに、ステップ150で締結装置B13のオンオフ制御を行い、エンジン1が停止しないように制御する。車両速度 ω_v が中速以上のときのように、エンジン1が停止しないような場合には締結装置B13はオン状態にしてサンギア6sをロックすることが望ましい。

【0059】エンジン1が回転していない場合には、駆動することができないので、ステップ151でフェイルランプを点灯する処理を行う。以上のような処理を行うことで、モータ故障時にも、ある程度車両を駆動することができるので、信頼性を向上することができる。

【0060】本実施形態では、できるだけ電気のエネルギーの授受を行わないで、エンジン効率の最も良い領域で常に運転することができるので、大幅な低燃費化を図ることができる特徴を持っている。また、2つのモータを協調して制御することにより、無段変速機と同等の機能を得ることができるので、変速ショックがない自動車を提供できるなど、多くの特徴を持っている。

【0061】図11は図1とギアなどのシステムの構成方法が異なるハイブリッド車の他の実施形態である。このシステムでは、バッテリー12の代わりにコンデンサ14を用いている。コンデンサ14はバッテリー12に比べて重量当たりのパワーを大きくできるので、車両に搭載する蓄電装置の重量を大幅に低減することができる。これにより、車重を低減できるので、燃料に対する走行距離の割合をさらに延長できる。なお、エネルギー密度はコンデンサのほうが小さいので、コンデンサ14のエネルギーの入出力は図1の実施形態よりは少なくなるように制御する。

【0062】また、締結装置17、18、19をエンジン1、モータA8、車両駆動軸の回転部に備えた点、遊

星歯車A4と遊星歯車B6とのギア比を変えるための歯車を図1の歯車5、7から歯車15、16に変更した点も図1の実施形態と異なる。締結装置17、18、19はそれぞれ次のような役割をする。まず、締結装置17はエンジン1の回転を停止するための装置で、エンジン1で駆動しない場合に、締結装置17をオンして締結する。このような状態で、モータ駆動モードにより制御した場合、モータA8とモータB9はエンジン速度 ω_e が0となるような協調速度制御を行う必要がないので、一方だけ、あるいは、両方のモータで車両トルク τ_v を制御すればよい。つまり、モータの制御方法が非常に簡単になるという特徴がある。また、図1の実施形態の場合、協調制御を行うと、一方のモータが駆動、他方のモータが発電となるため、入出力する電気エネルギーが大きかったのに対して、本実施形態では、駆動に必要な最小限の電気エネルギーを用いればよい。そのため、さらに、損失を低減できる効果がある。

【0063】なお、締結装置17はワンウェイクラッチを用いても良い。ワンウェイクラッチを用いた場合には、エンジン1を停止しているときに、逆方向に回転させるトルクが発生しても、自動的に停止状態を保持できるので、締結装置17を制御する必要がない特徴がある。

【0064】締結装置18はモータA8をロックするためのもので、1速モードにおいて、モータA速度 ω_a を0に制御した後にオンする。その後、モータA8の制御を停止する。これにより、1速モードでも、モータで電気エネルギーを使用せずにエンジン1を駆動することになるので、さらに、低燃費化を図ることができる。

【0065】締結装置19は車両をロックするために制御できるので、図10のステップ143で示した車両ロック処理を制御装置で自動的に行える。そのため、運転者に負担をかけることなく、モータ故障時のエンジン始動を行える特徴がある。

【0066】図1の歯車5、7から歯車15、16に変更すると、機能的には同様の効果が得られるほか、遊星歯車A4、遊星歯車B6の出力から駆動軸2までの構成が簡単になるため、モータA8、モータB9を含めて変速装置部分を駆動軸まわりにコンパクトに配置することができる。従って、ハイブリッド車であるにも関わらず、エンジンルーム内におけるエンジンの配置を自由に設定することもできる。以上のように、本実施形態を用いれば、さらにシステムの高効率化を図ることができる特徴を持っている。

【0067】図12は図1と異なる他の実施形態を示す構成図である。このシステムは遊星歯車20、21の入力と出力のギア比を同じに設定している。ギア比を変えることにより得られる1速モード、2速モードという特徴はないものの、本システムでは、パラレルハイブリッド車として、新たな効果が得られる。つまり、バッテリ

ー12からのエネルギーを用いて、エンジン1の駆動力をモータによりアシストするときを考える。そのアシストすべき駆動トルクが小さい場合には、モータA8、あるいは、モータB9の一方だけを駆動することによりモータを効率の良い動作点で制御することになる。また、アシストすべき駆動トルクが1つのモータ容量を超えるような場合には、両者のモータを用いることにより、対応することができるので、従来のパラレルハイブリッド車の場合よりもコンパクトにシステムを構成することができる。

【0068】次に、図13は本発明の変速装置を自転車に適用した場合の実施形態である。自転車の車体22に取り付けられた変速装置23は運転者がペダル24a、24bを踏むことにより得られる回転駆動力を変速する。その変速した後の回転駆動力はチェーン30を介して後輪のタイヤ25bに伝達されて自転車が前進することになる。変速装置23は薄型のモータ26、27と、それらによって制御される遊星歯車28、29から構成されている。遊星歯車28、29の入力と出力のギア比は図1の実施形態と同じように異なる値に設定することにより、1速モード、2速モード、CVTモードを実現することができる。従って、記述していない変速指示装置により、運転者が希望する変速比となるようにモータ26、27を制御する。これにより、運転者が最も楽に運転できるので、快適な運転性を持つ自転車を提供できる。また、蓄電装置を搭載することにより、下り坂や平坦路で徐々に充電したエネルギーを用いて上り坂を最適な変速比で楽に登坂することができる。

【0069】また、図14は図13とは変速装置の回転方向を90度換えたときの他の実施形態である。図14が図13と異なる点は変速装置31の配置方向が90度換わっている点、チェーン30の代わりにシャフト37により駆動力をタイヤ25bに伝達する点である。ペダル24a、24bの回転駆動力は傘歯車を介して、シャフト36に伝達されて、変速装置に入力される。この変速装置31はモータ32、33、遊星歯車34、35から構成されており、他の実施形態を同様に変速動作を行うことができるが、その回転方向が自転車の進行方向に対して90度異なる横方向である。変速した回転駆動力はシャフト37によりそのままタイヤ25bまで伝達することができるので、チェーンを用いる必要がない。そのため、簡単な構成で伝達効率の良い自転車を構成できる。また、図13に比べて図14の実施形態ではペダル間に配置する変速装置の幅を小さくできるので、自転車への搭載性にも優れている特徴を持っている。従って、本実施形態によれば、運転者はより軽い力で自転車を踏みながら走行することができる。なお、この変速装置を回転軸が垂直方向になるように配置すれば、ジャイロ効果を持たせることができるため、自転車の姿勢を安定化させる効果を併せて持たせることができる。

【0070】以上が、本発明の一実施形態であり、モータにより制御される2つの遊星歯車から構成される変速装置とそれを用いたハイブリッド車、自転車について説明した。遊星歯車は3つ以上の場合にも適用できるので、さらに多段の変速装置を構成することもできる。モータは主に遊星歯車のサンギアを制御する方式を示したが、他のギアを制御する方式とすることもできる。また、例えば、一方の遊星歯車はサンギアを、他方の遊星歯車はプラネタリーをそれぞれモータで制御するような左右が対称とならない構成方法にも適用できる。差動機構としては、遊星歯車の場合について述べているが、一般的な差動ギアでも適用できるほか、静粛性を重視するためには、ハーモニックギアで実現しても良い。さらに、自動車だけでなく、船舶、鉄道車両なども本発明を適用できることはいうまでもない。

【0071】

【発明の効果】本発明によれば、駆動源のエネルギーを複数の差動機構に分配する機構と、前記複数の差動機構に接続された複数のモータと、該複数の差動機構の出力エネルギーを合成する機構とを備えたことを特徴とする変速装置、またはモータにより入力軸と出力軸の回転数の差を制御する複数の差動機構を備え、該複数の差動機構の入力軸と出力軸をそれぞれ共通の軸とすることの特徴とする変速装置により、モータによる無段変速機能を実現し、かつ、電気のエネルギー損失を最小にして効率の良い変速装置を提供することができる。

【0072】また本発明によれば、車両を駆動する駆動エネルギーを発生するエンジンと、サンギア、プラネタリー及びリングギアから構成される第1及び第2の遊星歯車と、サンギアをそれぞれ制御する第1及び第2のモータとを備え、前記第1及び第2の遊星歯車は、いずれもプラネタリーとリングギアのうち一方が前記エンジンにより駆動される入力軸に接続され、他方が車体を駆動する出力軸に接続されることにより、加速時を除いてできるだけ電気エネルギーを用いなくて、機械的な歯車により駆動トルクを伝達する無段変速機能を構成でき、エンジンも常に高効率の動作点で駆動できるので、走行距離当たりの燃料消費量をより低減した車両を提供することができる。

【0073】さらに本発明によれば、運転者により駆動される入力軸、車輪を出力軸とする第1及び第2の差動機構と、第1及び第2の差動機構をそれぞれ制御する第1及び第2のモータを備えることにより、運転者の疲労がより少ない自転車を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】モータによりサンギアを制御する遊星歯車を2つ用いて、変速機能を実現するハイブリッド車に本発明を適用したときの一実施形態を示す構成図である。

【図2】図1のハイブリッド車を駆動する制御方法の概要を示すフローチャートである。

【図3】駆動状態に対して動作すべき理想モードを決定する動作点の範囲を示す駆動力-車速特性である。

【図4】図1のハイブリッド車を運転するときの動作モードの遷移方法を示す状態遷移図である。

【図5】図2の通常モード処理の制御方法を示すフローチャートである。

【図6】図2の移行モード処理の制御方法を示すフローチャートである。

【図7】CVTモードでギア比を上げて駆動するとき、エンジン、モータ、遊星歯車についてエネルギーの流れ、速度、トルクの関係を示すトルク-速度特性の1例である。

【図8】CVTモードでギア比を下げて駆動するとき、エンジン、モータ、遊星歯車についてエネルギーの流れ、速度、トルクの関係を示すトルク-速度特性の1例である。

【図9】CVTモードで駆動しながら、バッテリーに充電したり、バッテリーのエネルギーでモータ駆動をアシストするための動作点の変更方法を示すトルク-速度特性図である。

【図10】モータが故障した場合の処理方法を示すフローチャートである。

【図11】歯車の構成方法が図1と異なるハイブリッド車の一実施形態を示す構成図である。

【図12】2つの遊星歯車の入力と出力のギア比が同じ場合の一実施形態を示す構成図である。

【図13】自転車に本発明を適用した場合の一実施形態を示す構成図である。

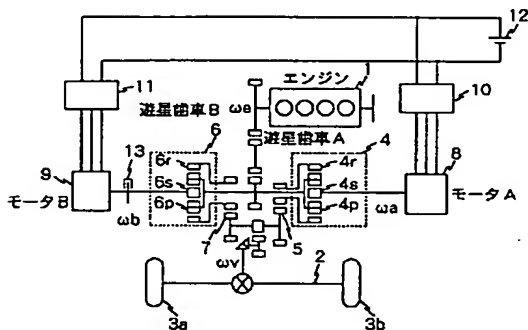
【図14】チェーンを用いないで駆動系を構成する自転車に本発明を適用した場合の一実施形態を示す構成図である。

【符号の説明】

1…エンジン、2…駆動軸、3a, 3b, 25a, 25b…タイヤ、4, 6, 20, 21, 28, 29, 34, 35…遊星歯車、5, 7, 15, 16…歯車、8, 9, 26, 27, 32, 33…モータ、10, 11…電力変換器、12…バッテリー、13, 17, 18, 19…締結装置、14…コンデンサ、22…自転車車体、23, 31…変速装置、24a, 24b…ペダル、30…チェーン、36, 37…回転軸。

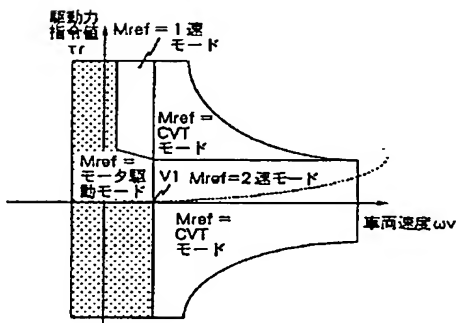
【図1】

図 1



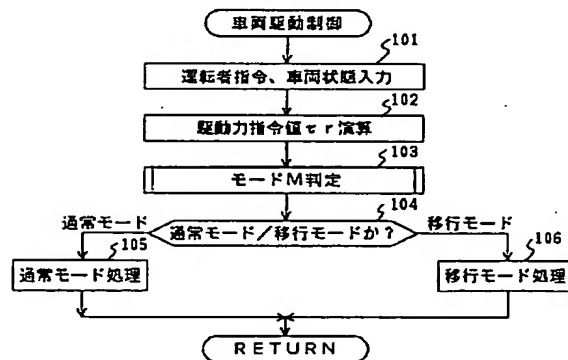
【図3】

図 3



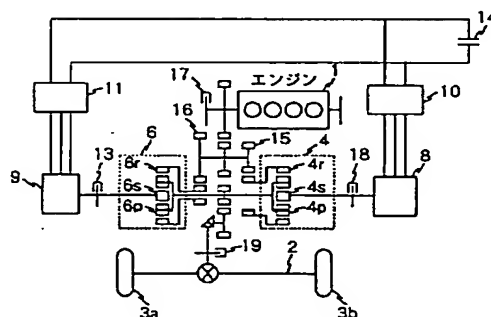
【図2】

図 2



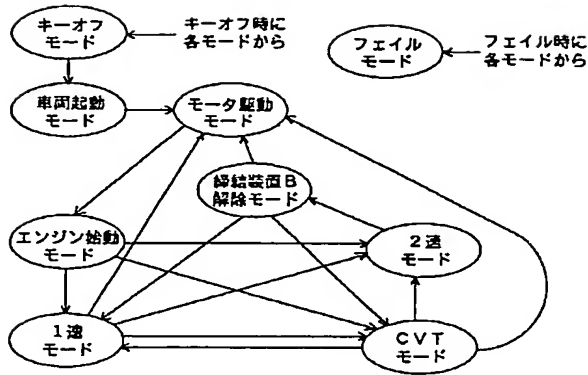
【図11】

図 11

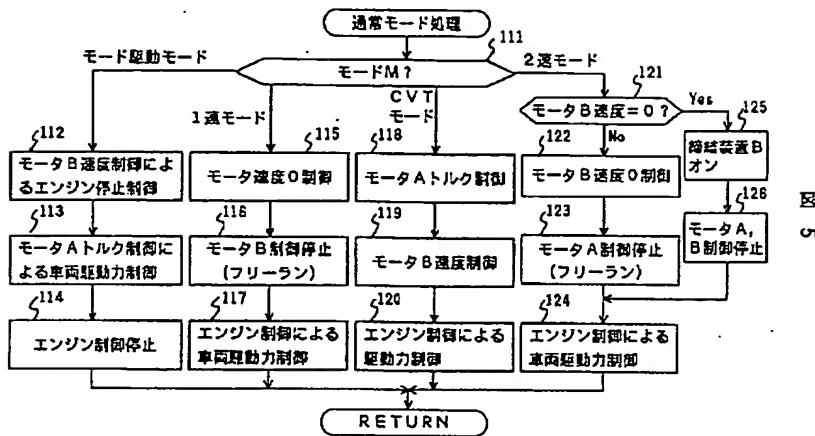


【図4】

図 4

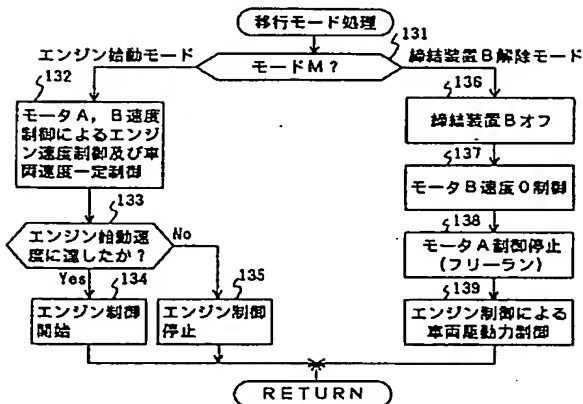


【図5】



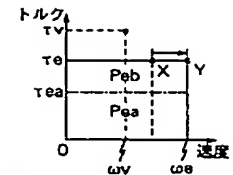
【図6】

図 6

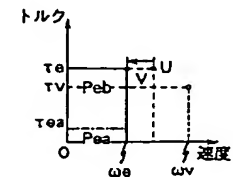


【図9】

図 9



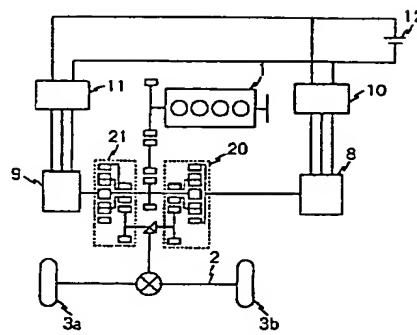
(a) 充電するためのエンジンの動作点の変更例



(b) バッテリー電力によるモータアシストのためのエンジンの動作点の変更例

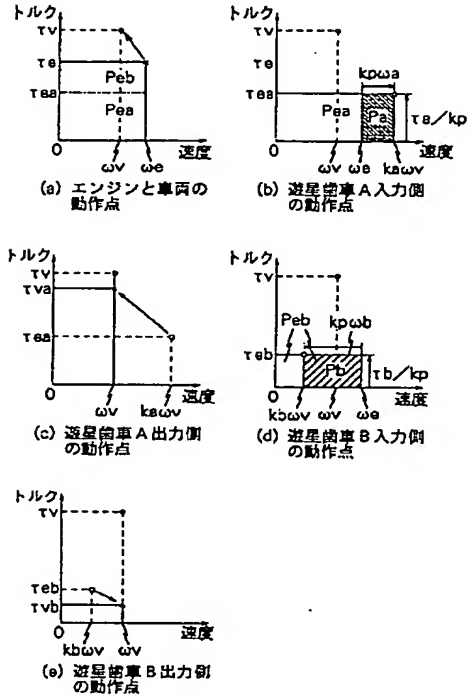
【図12】

図 12



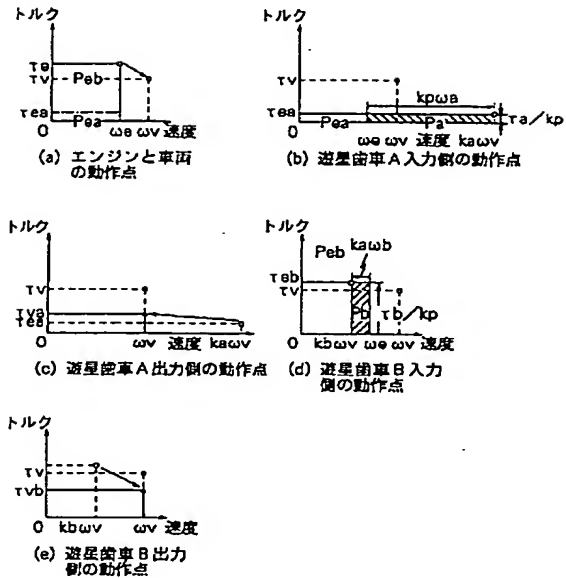
【図7】

図 7

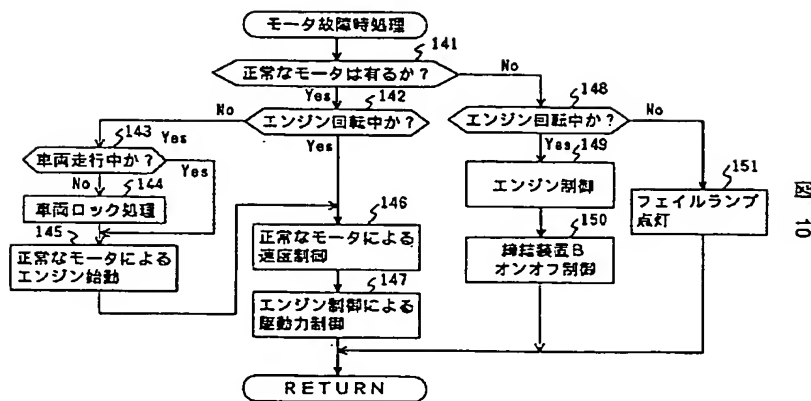


【図8】

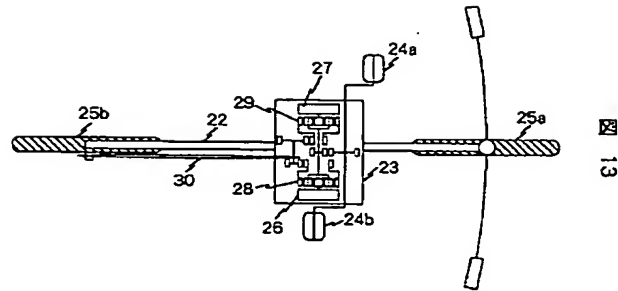
図 8



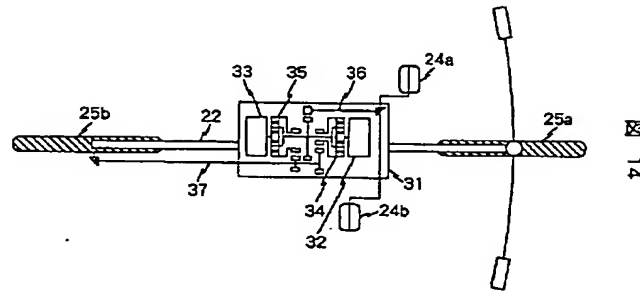
【図10】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶

B 6 2 M 23/02

F 0 2 D 29/02

// F 1 6 H 3/72

識別記号

F I

F 1 6 H 3/72

B 6 0 K 9/00

A

Z